

АНТЕНА ГРАУНД-ПЛЕЙН ДЛЯ 869 МГц РАДІОМОДЕМА

Санжарова А.К.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Гавва Д.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна

e-mail: dmytro.gavva@nure.ua

The goal of the work is to develop a ground-plane antenna for radio systems operating at a frequency of 869 MHz.

Як відомо, вібратор розташований перпендикулярно до поверхні Землі має кругову діаграму спрямованості в горизонтальній площині. Антена «граунд-плейн» представляє собою покращений варіант чвертьхвильового вертикального штиря, тобто антена також є вертикальним чвертьхвильовим штирем, але в ній роль екрану грають горизонтально (або під деяким кутом до горизонту) дроти довжиною $\lambda/4$, які розташовані в основі штиря та натягнуті в радіальних напрямках (рис. 1).

Ці радіальні чвертьхвильові провідники пов'язані між собою біля основи чвертьхвильового вертикального штиря, але сам штир від них ізольований. Зазвичай використовують чотири або більше горизонтально розташованих $\lambda/4$ провідників, рівномірно натягнутих у всіх напрямках. Слід враховувати, що на їх кінцях мають місця пучності напруги і, отже, радіальні провідники мають бути ізольовані на своїх кінцях.

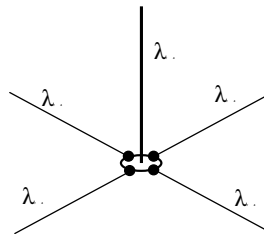


Рис. 1

Правильно сконструйована антена має дуже невеликий кут вертикального випромінювання і тим самим усуває недолік, властивий вертикальному чвертьхвильовому штирю. При цьому, «граунд-плейн» у порівнянні з спрямованим вібратором добре підходить для організації бездротового абонентського доступу (або для задач поставлених перед нами – організації бездротового зв'язку між прийомо-передавачами системи моніторингу стану об'єкта, що охороняється), оскільки при використанні такої антени в якості приймальної сигнали будуть прийматися практично з однаковим підсиленням з усіх напрямків (антена має кругову діаграму спрямованості в горизонтальній площині), а отже, немає необхідності спеціально орієнтувати антену.

При відповідному подовженні (укороченні) вібратора антен, що нами

розглядаються, можна отримати вхідний опір антени, який допускає точне узгодження використовуваного коаксіального кабелю з антеною. Тому серед антен «граунд-плейн» і виділяють подовжені та укорочені антени. Однак у даному випадку вібратор вже не налаштований на робочу частоту, так як він трохи більше (менше) необхідних розмірів. Тоді в основу антени включають конденсатор (індуктивність) відповідного номіналу, що дозволяє зробити електричне укорочення випромінювача, а відповідно знову налаштувати антену на робочу частоту (рис. 2, а – укорочена антена «граунд-плейн»).

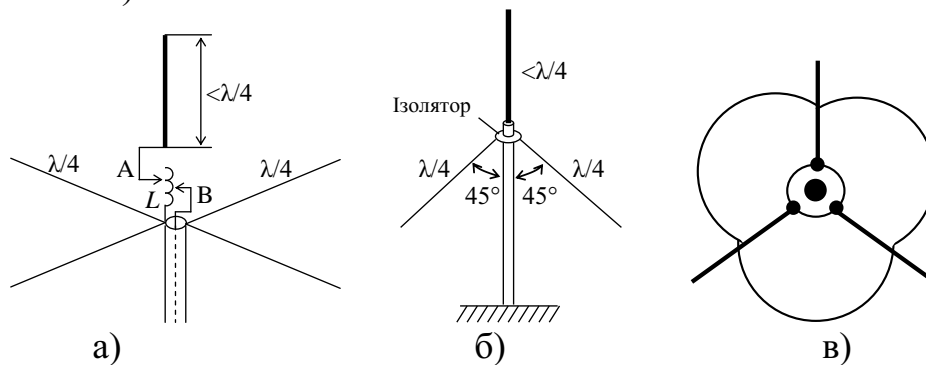


Рис. 2

Таким чином, для передачі та прийому сигналів радіомодемами, що працюють на частоті 869.85 МГц, ми можемо зупинимось на проектуванні укороченої «граунд-плейн» антени. В ній вібратор повинен мати розміри менше $\lambda/4$ (≈ 8.62 см) (рис. 2, а, б), і його електричне подовження для налаштування на робочу частоту повинне проводитися за допомогою котушки індуктивності, що підключається до основи вібратора. До нижнього кінця котушки за допомогою затискача приєднується кабель живлення.

Зазначимо, що спираючись на відомі експериментальні дані, нам доцільно зупинити свій вибір на антені з трьома радіальними проводами розташованими під кутом 120° по відношенню один до одного в горизонтальній площині і нахилених під кутом 45° вниз (рис. 2, б, в). Така антена випромінює переважно у напрямках бісектрис кутів між горизонтальними провідниками та має невеликий вертикальний кут випромінювання ($6^\circ - 7^\circ$). Діаграма спрямованості цієї антени у горизонтальній площині має вигляд конюшинного листа (рис. 2, в).

Число радіальних провідників при заданому куті нахилу 45° впливає на вхідний опір антени і для зазначеної антени зазвичай становить 50 – 53 Ом. Якщо використовується лише один радіальний провід, вхідний опір становить 68 Ом (напівхвильовий диполь), а у разі чотирьох радіальних провідників зменшується до 44 Ом.

Для розрахунку характеристик антени скористаємося програмою Wire, яка була розроблена на кафедрі Комп'ютерної радіоінженерії та систем технічного захисту інформації Харківського національного університету радіоелектроніки, та призначеної для розрахунку

електродинамічних характеристик провідних випромінювачів і розсіювачів довільної конфігурації, а також антенних решіток з таких випромінювачів (розсіювачів), розташованих або у вільному просторі, або над нескінченним екраном, що ідеально проводить. При цьому, щоб антена мала суто активний вхідний опір ($Z_{\text{вх}} = R_{\text{вх}} + jX_{\text{вх}} = R_{\text{вх}}$) налаштуємо її в резонанс, змінюючи довжину вертикального чвертьхвильового вібратора, що збуджується. За допомогою програми WIRE отримуємо, що $Z_{\text{вх}} = 46.213 - j0.12317 \approx 46.2$ Ом виконується за нормованої довжини вертикального випромінювача $\ell' = 1.4$ (ненормована до хвильового числа довжина $\ell \approx 7.685$ см). Діаграми спрямованості, що отримуються при цьому, в горизонтальній і вертикальній площині зображені на рис. 3 (діаграма спрямованості антени у горизонтальній площині XY ($\theta=90^\circ$, $\varphi=0\div360^\circ$)) та рис. 4, а, б (а – діаграма спрямованості антени у площині ZX ($\varphi=0^\circ$, $\theta=0\div180^\circ$), б – тривимірне зображення отриманої діаграми спрямованості).

Як бачимо, діаграма спрямованості у горизонтальній площині є практично круговою. Напруженість поля в цій площині слабо залежить від напрямку випромінювання (прийому) енергії, а отже, з урахуванням малих розмірів антени та простоти її реалізації, вона добре підходить для організації радіозв'язку з будь якого напрямку.

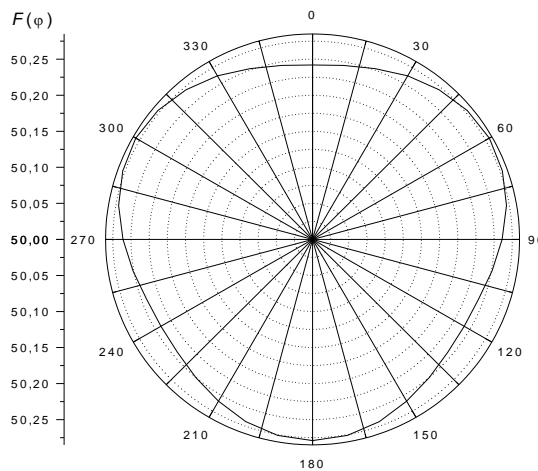


Рис. 3

На рис. 5 представлена частотна характеристика вхідного опору розрахованої антени. Видно, що на робочій частоті антена налаштована на резонанс. Коефіцієнт відбиття від антени при цьому становить лише

$$\rho = \frac{Z_{\text{коаксіала}} - Z_{\text{антени}}}{Z_{\text{коаксіала}} + Z_{\text{антени}}} \approx 0.042$$

, а отримуваний коефіцієнт підсилення в залежності від кута огляду представлений на рис. 6 (в площині XZ ($\varphi=\text{const}=0^\circ$)) та рис. 7 (в площині XY ($\theta=\text{const}=90^\circ$)). Максимальний коефіцієнт підсилення антени дорівнює ≈ 1.533 , але можливо його зменшення при неточному виготовленні антени або поганому узгодженні коаксіальної лінії з антеною. Окрім розрахунку були також розроблені конструкторські креслення спроектованої антени (рис. 8).

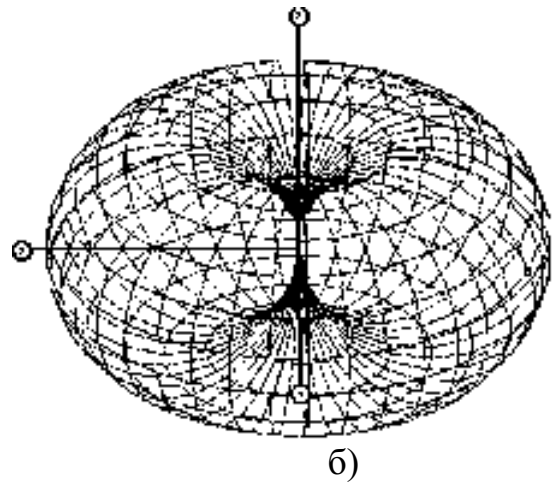
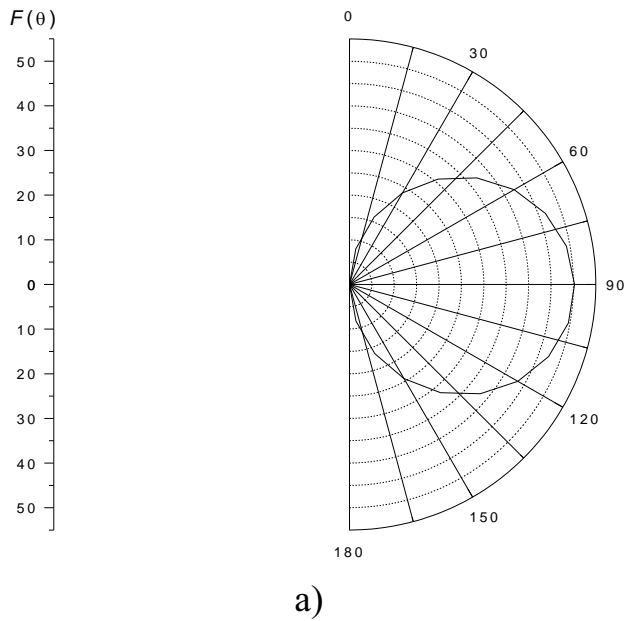


Рис. 4

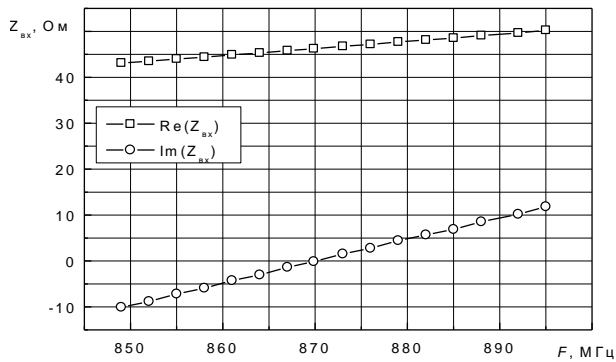


Рис. 5

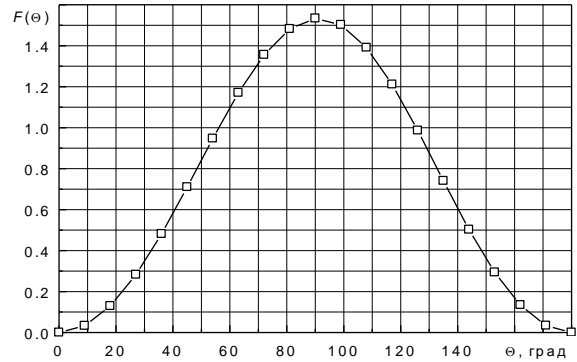


Рис. 6

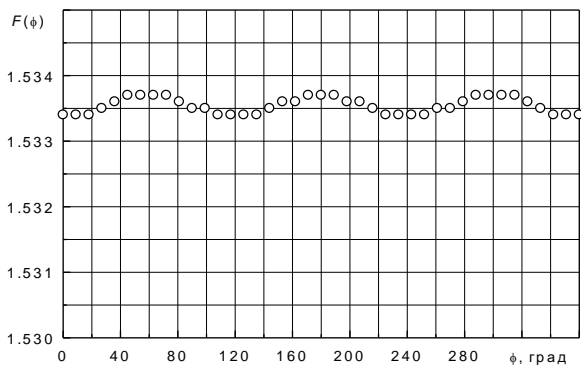


Рис. 7

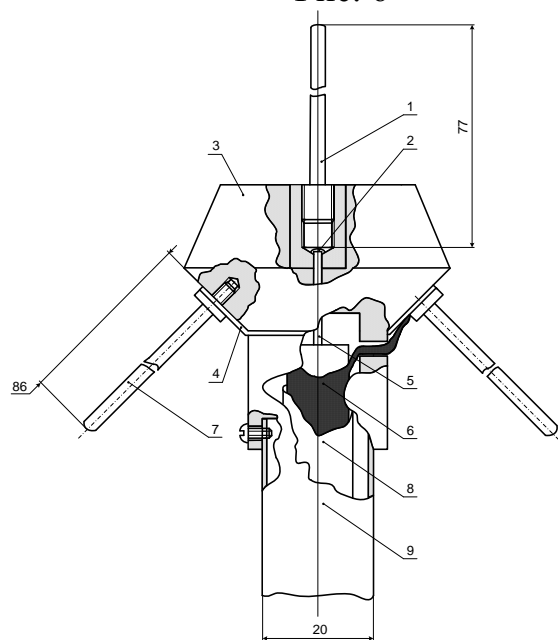


Рис. 8: 1 – вібратор; 2 – паяння; 3 – корпус; 4 – шайба; 5 – центральна жила коаксіального кабелю; 6 - обплетення кабелю; 7 – радіальний провідник; 8 – ізоляція кабелю; 9 – щогла